ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

ΑΣΚΗΣΗ 1.

1. Επαγωγικός μονοφασικός κινητήρας τεσσάρων πόλων έχει ονομαστική τάση, ισχύ και συχνότητα 115*V*, 0.5 *KW* και 50*Hz*, αντίστοιχα. Οι παράμετροί του ισοδύναμου κυκλώματος έχουν τις παρακάτω τιμές:

$$R_1 = 1.7\Omega,\ R_2 = 3\Omega,\ X_1 = 1.9\Omega,\ X_2 = 1.8\Omega,\ X_m = 61\Omega$$

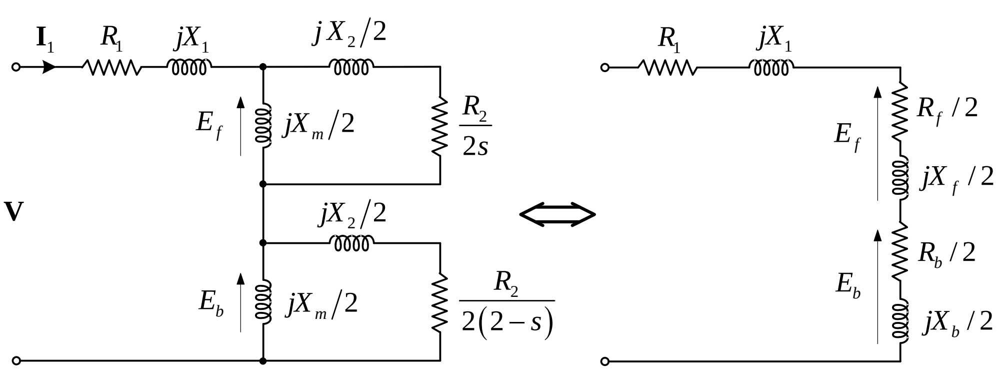
Όταν ο κινητήρας λειτουργεί με ολίσθηση 4%, οι απώλειες περιστροφής του είναι ίσες με 45*W*. Οι απώλειες αυτές μπορούν να θεωρηθούν σταθερές σ’ όλο το εύρος κανονικής λειτουργίας του κινητήρα.

Να υπολογιστούν οι ακόλουθες ποσότητες για τον κινητήρα:

1. Το ρεύμα του στάτη
2. Η ισχύς εισόδου
3. Η ισχύς διακένου
4. Η ηλεκτρομαγνητική ισχύς
5. Η ισχύς εξόδου
6. Η ηλεκτρομαγνητική ροπή
7. Η ροπή στον άξονα
8. Η απόδοση του κινητήρα

<u>Λύση</u>

Το ισοδύναμο κύκλωμα είναι



όπου

$$\mathbf{Z_f} = R_f + jX_f \equiv \frac{\left(\frac{R_2}{s} + jX_2\right) jX_m}{\frac{R_2}{s} + jX_2 + jX_m} = \frac{\left(\frac{3}{0.04} + j1.8\right) \times j\,61}{\frac{3}{0.04} + j1.8 + j\,61} = 29.16 + j36.58 = 46.8\angle 51.43^\circ\,\Omega$$

Επομένως

$$R_f = 29.16\,\Omega \quad \text{και} \quad X_f = 36.58\,\Omega$$

Επίσης

$$\mathbf{Z_b} = R_b + jX_b = \frac{\left(\frac{R_2}{(2-s)} + jX_2\right) jX_m}{\frac{R_2}{(2-s)} + jX_2 + jX_m} = \frac{\left(\frac{3}{1.96} + j1.8\right) \times j61}{\frac{3}{1.96} + j1.8 + j\,61} = 1.44 + j1.78 = 2.29\angle 51^\circ$$

Επομένως

$$R_b = 1.44\,\Omega \quad \text{και} \quad X_b = 1.78\,\Omega$$

1. Το ρεύμα στην είσοδο του κινητήρα θεωρώντας την τάση τροφοδοσίας ως αναφορά, είναι

$$\mathbf{I_1} = \frac{\mathbf{V}}{R_1 + jX_1 + 0.5\,\mathbf{Z_f} + 0.5\,\mathbf{Z_b}} =$$

$$= \frac{115\angle 0^o}{1.7 + j1.9 + 0.5 \times (29.16 + j\,36.58) + 0.5 \times (1.44 + j1.78)} = 2.67 - j3.3 = 4.25\angle -51.11^\circ\ A$$

2. Η ισχύς που απορροφάει ο κινητήρας από το δίκτυο, είναι

$$P_{in} = V I_1 \cos\varphi = 115 \times 4.25 \times \cos(51.11^\circ) = 307\,W$$

3. Οι ισχείς διακένου των δύο επιμέρους πεδίων, αντίστοιχα είναι

$$P_{gf} = I_1^2 \frac{R_f}{2} = \left(4.25\right)^2 \times \frac{29.16}{2} = 263.4\,W$$

και

$$P_{gb} = I_1^2 \frac{R_b}{2} = \left(4.25\right)^2 \times \frac{1.44}{2} = 13\,W$$

Η συνολική ισχύς στο διάκενο, δίνεται από τη σχέση

$$P_g = P_{gf} - P_{gb} = 263.4\,W - 13\,W = 250.4\,W$$

4. Η αντίστοιχη εσωτερική ισχύς

$$P_{\text{int}} = \left(P_{gf} - P_{gb}\right)(1-s) = 250.4 \times (1-0.04) = 240.4\,W$$

5. Η ωφέλιμη μηχανική ισχύς, είναι

$$P_m = \left(P_{\text{int}} - P_{rot}\right) = 240.4\,W - 45\,W = 195.4\,W$$

Επιπλέον

$$\omega_s = 2\pi\, n_s = 2\pi \frac{2\,f_s}{P} = 2\pi \frac{2\times 50}{4} = 157.08\, rad\,/\,s$$

6. Η εσωτερική ροπή

$$T_{\text{int}} = \frac{P_{\text{int}}}{(1-s)\omega_s} = \frac{240.4\,W}{0.96\times 157.08\, rad\,/\,s} = 1.6\ Nm$$

7. Η ωφέλιμη ροπή στον άξονα, είναι

$$T_m = \frac{P_m}{(1-s)\omega_s} = \frac{195.4\,W}{0.95 \times 157.08\,rad/s} = 1.3\,Nm$$

8. Ο βαθμός απόδοσης

$$\eta(\%) = \frac{P_m}{P_{in}} \times 100 = \frac{195.4\,W}{307\,W} \times 100 = 63.65\,\%$$

ΑΣΚΗΣΗ 2

Κατά τις δοκιμές κενού φορτίου και ακινητοποιημένου δρομέα σε μονοφασικό ασύγχρονο τετραπολικό κινητήρα , 215 w, 50 HZ προέκυψαν οι ακόλουθες μετρήσεις

Δοκιμή κενού φορτίου Vnl=215V, Inl=3.9 A,Pnl=185 w

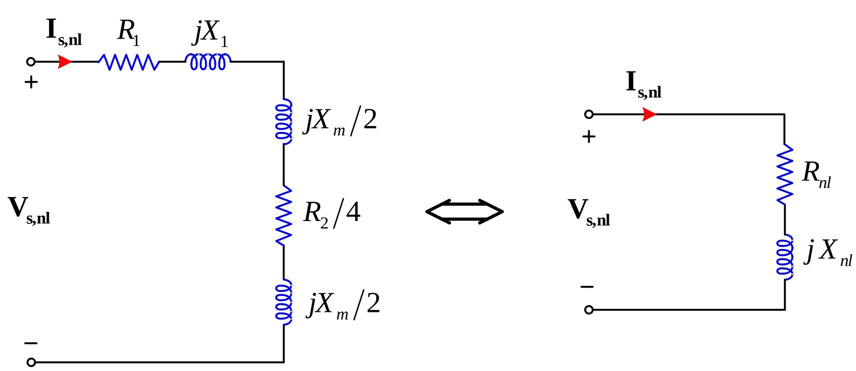
Δοκιμή ακινητοποιημένου δρομέα Vbr=85V, Ibr=9.8A, Pbr=390w

Η ωμική αντίσταση του τυλίγματος του στάτη προέκυψε από τις μετρήσεις με συνεχή τάση ίση με R1=1.6 Ω

Να προσδιοριστούν οι παράμετροι του ισοδύναμου κυκλώματος

Λύση

Η δοκιμή κενού φορτίου γίνεται σε ονομαστική τάση και συχνότητα. Η ολίσθηση κενής λειτουργίας είναι αρκετά μικρή, $s \to 0$, με αποτέλεσμα το ισοδύναμο κύκλωμα του κινητήρα στη συγκεκριμένη δοκιμή, να έχει τη μορφή



Με βάση τα στοιχεία της εκφώνησης, για τη δοκιμή κενού φορτίου είναι

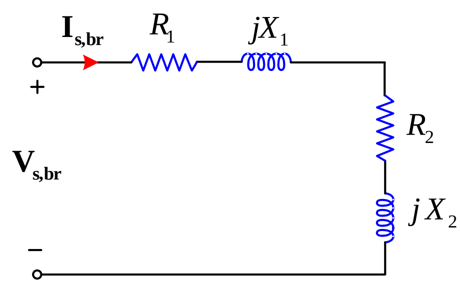
$$Z_{nl} = \frac{V_{nl}}{I_{nl}} = \frac{215V}{3.9A} = 55.13\Omega$$

$$R_{nl} = \frac{P_{nl}}{I_{nl}^2} = \frac{185W}{3.9^2\,A^2} = 12.16\Omega$$

και

$$X_{nl} = \sqrt{Z_{nl}^2 - R_{nl}^2} = \sqrt{55.13^2 - 12.16^2} = 53.77\Omega$$

Κατά τη δοκιμή ακινητοποιημένου δρομέα, $s = 1$, το ισοδύναμο κύκλωμα του κινητήρα γίνεται



Με βάση τα στοιχεία της εκφώνησης, για τη δοκιμή ακινητοποιημένου δρομέα, είναι

$$Z_{br} = \frac{V_{br}}{I_{br}} = \frac{85V}{9.8A} = 8.67\Omega$$

$$R_{br} = \frac{P_{br}}{I_{br}^2} = \frac{390V}{9.8^2\,A^2} = 4.1\Omega$$

και

$$X_{br} = \sqrt{Z_{br}^2 - R_{br}^2} = \sqrt{8.67^2 - 4.1^2} = 7.64\Omega$$

Είναι

$$X_{br} = X_1 + X_2 \quad \Rightarrow \quad X_1 = X_2 = \frac{X_{br}}{2} = 3.82\Omega$$

και

$$\frac{X_m}{2} = X_{nl} - X_1 - \frac{X_2}{2} = X_{nl} - \frac{3}{2}X_1 = 53.77\Omega - \frac{3}{2}\times 3.82\Omega = 48.04\Omega$$

Επομένως

$$X_m = 96.1\Omega$$

και

$$R_2 = R_{br} - R_1 = 4.1\Omega - 1.6\Omega = 2.5\Omega$$

Άσκηση 3

Ένας επαγωγικός μονοφασικός κινητήρας με πυκνωτή εκκίνησης , έξι πόλων έχει ονομαστική τάση , ισχύ και συχνότητα 220V, 1.5HP και 50 HZ αντίστοιχα. Οι παράμετροι του έχουν τις παρακάτω τιμές.

R1=1.30Ω, X1=2.01 Ω, Xm=105Ω, R2=1.73Ω, X2=2,01Ω.

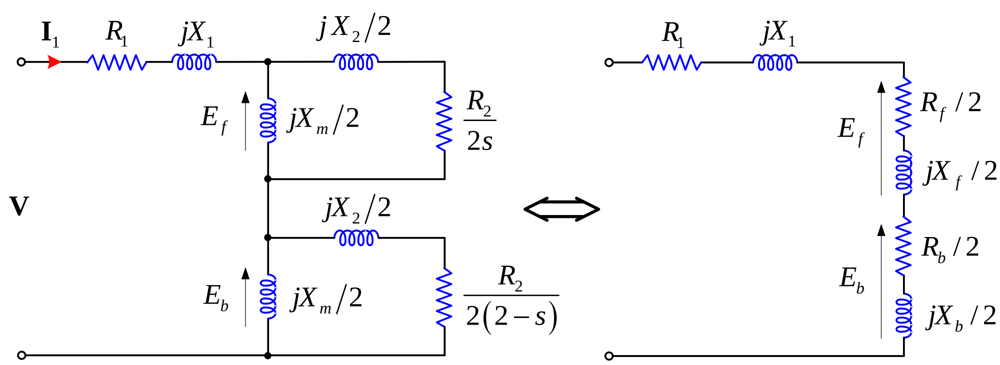
Όταν ο κινητήρας λειτουργεί με ολίσθηση 5% ο απώλειες περιστροφής είναι ίσες με 291W. Οι απώλειες αυτές μπορούν να θεωρηθούν σταθερές σε όλο το εύρος της κανονικής λειτουργίας του κινητήρα. Να υπολογιστούν τα παρακάτω μεγέθη για ολίσθηση 5%

1. Το ρεύμα του στάτη
2. ο συντελεστής ισχύος του στάτη
3. Η ισχύς εισόδου
4. Η ισχύς διακένου

5. Η ηλεκτρομαγνητική ισχύς
6. Η ισχύς φορτίου
7. Η ηλεκτρομαγνητική ροπή
8. Η ροπή στον άξονα
9. Η απόδοση του κινητήρα

Λύση

Το ισοδύναμο κύκλωμα είναι



όπου

$$\mathbf{Z_f} = R_f + jX_f \equiv \frac{\left(\frac{R_2}{s} + jX_2\right) jX_m}{\frac{R_2}{s} + jX_2 + jX_m} = \frac{\left(\frac{1.73}{0.05} + j2.01\right) \times j105}{\frac{1.73}{0.05} + j2.01 + j105} =$$

$$= \frac{(34.6 + j2.01) \times j105}{34.6 + j2.01 + j105} = \frac{\left(34.6\angle 3.32^\circ\right) \times j105}{34.6 + j107.01} = \frac{3638.25\angle 93.32^\circ}{112.46\angle 72.08^\circ} =$$

$$= 32.36\angle 21.24^\circ = 30.16 + j11.71\,\Omega$$

Επομένως

$$R_f = 30.16\,\Omega \quad \text{και} \quad X_f = 11.71\,\Omega$$

Επίσης

$$\mathbf{Z_b} = R_b + jX_b = \frac{\left(\dfrac{R_2}{(2-s)} + jX_2\right) jX_m}{\dfrac{R_2}{(2-s)} + jX_2 + jX_m} = \frac{\left(\dfrac{1.73}{1.95} + j2.01\right) \times j105}{\dfrac{1.73}{1.95} + j2.01 + j105} =$$

$$= \frac{\left(0.887 + j2.01\right) \times j105}{0.887 + j2.01 + j105} = \frac{\left(2.197\angle 66.19^\circ\right) \times j105}{107.01\angle 89.53^\circ} =$$

$$= 2.155\angle 66.66^\circ = 0.85 + j1.98\,\Omega$$

Επομένως

$$R_b = 0.85\,\Omega \quad \text{και} \quad X_b = 1.98\,\Omega$$

Το ρεύμα στην είσοδο του κινητήρα θεωρώντας την τάση τροφοδοσίας ως αναφορά, είναι

$$\mathbf{I_1} = \frac{\mathbf{V}}{R_1 + jX_1 + 0.5\mathbf{Z_f} + 0.5\mathbf{Z_b}} =$$

$$= \frac{220\angle 0^o}{1.30 + j2.01 + 0.5 \times (30.16 + j11.71) + 0.5 \times (0.85 + j1.98)} =$$

$$= \frac{220\,V}{(16.805 + j8.86)\,\Omega} = \frac{220\,V}{19\angle 27.8^\circ\,\Omega} = 11.58\angle -27.8^\circ\ A$$

και ο συντελεστής ισχύος

$$\Sigma.\mathrm{I.} = \cos\left(-27.8^\circ\right) = 0.88 \ \text{επαγωγ.}$$

Η ισχύς που απορροφάει ο κινητήρας από το δίκτυο, είναι

$$P_{in} = V I_1 \cos\varphi = 220 \times 11.58 \times 0.88 = 2242\,W$$

Οι ισχείς διακένου των δύο επιμέρους πεδίων, αντίστοιχα είναι

$$P_{gf} = I_1^2 \frac{R_f}{2} = (11.58)^2 \times \frac{30.16}{2} = 2022\,W$$

και

$$P_{gb} = I_1^2 \frac{R_b}{2} = (11.58)^2 \times \frac{0.85}{2} = 57\,W$$

Η συνολική ισχύς στο διάκενο, δίνεται από τη σχέση

$$P_g = P_{gf} - P_{gb} = 2022\,W - 57\,W = 1965\,W$$

και η αντίστοιχη εσωτερική ισχύς

$$P_{\text{int}} = \left(P_{gf} - P_{gb}\right)(1-s) = (2022-57)\times(1-0.05) = 1965\,W \times 0.95 = 1867\,W$$

Η ωφέλιμη μηχανική ισχύς, είναι

$$P_m = \left(P_{\text{int}} - P_{rot}\right) = 1867\,W - 291\,W = 1576\,W$$

Επιπλέον

$$\omega_s = 2\pi\, n_s = 2\pi \frac{2\, f_s}{P} = 2\pi \frac{2\times 50}{6} = 104.7\ rad\,/\,s$$

και

$$T_{\text{int}} = \frac{P_{\text{int}}}{(1-s)\omega_s} = \frac{1867\, W}{0.95\times 104.7\ rad\,/\,s} = 18.77\ Nm$$

Η ωφέλιμη ροπή στον άξονα, είναι

$$T_m = \frac{P_m}{(1-s)\omega_s} = \frac{1576\, W}{0.95\times 104.7\ rad\,/\,s} = 15.84\ Nm$$

και ο βαθμός απόδοσης

$$\eta(\%) = \frac{P_m}{P_{in}}\times 100 = \frac{1576\, W}{2242\, W}\times 100 = 70.29\,\%$$

Άσκηση 4

Επαγωγικός μονοφασικός κινητήρας τεσσάρων πόλων έχει ονομαστική τάση , ισχύ και συχνότητα 120V, 1/3HP και 60 HZ, αντίστοιχα. Οι παράμετροι του ισοδύναμου κυκλώματος

έχουν τιμές

R1= 2 Ω, R2= 2,8 Ω, X1=2,56Ω,X2= 2.56Ω, Xm=60,5Ω.

Όταν ο κινητήρας λειτουργεί με ολίσθηση 5% οι απώλειες περιστροφής του είναι ίσες με 51 W. Οι απώλειες αυτές μπορούν να θεωρηθούν σταθερές σε όλο το εύρος λειτουργίας του κινητήρα. Αν η ολίσθηση είναι 5% να υπολογιστούν οι ακόλουθες ποσότητες για τον κινητήρα

1. Η ισχύς εισόδου

2. Η ισχύς του διακένου

3. Η ηλεκτρομαγνητική ισχύς

4. Η ισχύς εξόδου

5. Η ηλεκτρομαγνητική ροπή

6.Η ισχύς στον άξονα

7. Η απόδοση του κινητήρα

8.Ο συντελεστής ισχύος του στάτη

Άσκηση 5

Έστω οτι ο κινητήρας της 4ης άσκησης έχει εκκινήσει και το βοηθητικό του τύλιγμα διακόπτεται , καθώς επιταχύνεται και τη στιγμή που η ταχύτητά του είναι 400rpm. Πόση επαγόμενη ροπή έχει τη δυνατότητα α παράγει ο κινητήρας μόνο με το κύριο τύλιγμα του. Αν υποτεθεί ότι οι απώλειες περιστροφής του είναι 51watt, ο κινητήρας θα συνεχίσει να επιταχύνεται η θα επιβραδυνθεί. Να αποδειχθεί η απάντηση.